

# 国際宇宙探査及びISSを含む地球低軌道を巡る 最近の動向

2022年1月19日

文部科学省 研究開発局  
宇宙開発利用課 宇宙利用推進室



文部科学省

MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,  
CULTURE, SPORTS,  
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

# 宇宙・航空分野の研究開発に関する取組

2022年度予算額(案) 1,558億円  
(前年度予算額 1,576億円)  
※運営費交付金中の推計額含む



文部科学省

宇宙関係予算:2022年度当初+2021年度補正(2021年度当初+2020年度補正): 2,212億円(2,124億円) 2021年度補正予算額 686億円

宇宙基本計画等を踏まえ、「宇宙を推進力とする経済成長とイノベーションの実現」、「産業・科学技術基盤等の強化」、「宇宙科学・探査による新たな知の創造」、「宇宙安全保障の確保」、「災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献」及び「次世代航空科学技術の研究開発」を推進。経済財政運営と改革の基本方針2021において、宇宙分野は我が国の成長を生み出す原動力(グリーン、デジタル等)を支える基盤づくりのための重要分野として位置付けられているところ、その強化に取組み、必要な研究開発を推進。

※[ ]の金額は2021年度補正予算額。以下同じ。

## ◆イノベーションの実現／産業・科学技術基盤等の強化

523億円(394億円)[219億円]

### ○ H3ロケットの開発・高度化

97億円(42億円)[107億円]

運用コストの半減や打上げニーズへの柔軟な対応により、**国際競争力を強化し、自立的な衛星打上げ能力を確保**。



### ○ 技術試験衛星9号機

48億円(15億円)[30億円]

次世代静止通信衛星における産業競争力強化に向け、**オール電化・大電力の静止衛星バス技術**、通信サービスを柔軟に機能変更できる**フルデジタル化技術**を開発・実証。

### ○ 将来宇宙輸送システムロードマップ<sup>①</sup>実現に向けた研究開発

31億円(14億円)[8億円]

抜本的な低コスト化を目指す将来宇宙輸送の実現に向けて、**民間との共創体制を構築**。

### ○ 衛星コンステレーション関連技術開発

26億円(23億円)[60億円]

挑戦的な衛星技術を積極的に取り込み、衛星開発・製造方式の刷新を図るため、**小型・超小型衛星による技術の短期サイクルでの開発・実証等**を実施。

## ◇宇宙安全保障の確保／災害対策・国土強靱化や地球規模課題の解決への貢献

190億円(201億円)[88億円]

### ○ 先進レーダ衛星(ALOS-4)

56億円(53億円)[40億円]

**超広域(観測幅200km)の被災状況の迅速な把握**や、地震・火山による地殻変動等の精密な検出のため、先進レーダ衛星を開発。



### ○ 温室効果ガス・水循環観測技術衛星

16億円(10億円)[48億円]

温室効果ガス観測センサと、**しずく搭載の海面水温、降水量等の観測センサを高度化したマイクロ波放射計(AMSR3)等を搭載**した衛星を環境省と共同開発。

### ○ 宇宙状況把握(SSA)システム

10億円(37億円)

スペースデブリ等に対応するため、防衛省等と連携して、**SSAシステムを構築・運用**。

## ◆宇宙科学・探査による新たな知の創造

414億円(542億円)[312億円]

### 【国際宇宙探査(アルテミス計画)に向けた研究開発等】

141億円(292億円)[262億円]

#### ○ 新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)

85億円(167億円)[106億円]

様々なミッションに応用可能な基盤技術の獲得など**将来への波及性を持たせた新型宇宙ステーション補給機**を開発。

#### ○ 月周回有人拠点

15億円(42億円)[27億円]

月周回有人拠点「ゲートウェイ」に対し、**我が国として優位性や波及効果が大きく見込まれる技術(有人滞在技術等)を提供**。

#### ○ 小型月着陸実証機(SLIM)

12億円(19億円)[10億円]

将来の月・惑星探査に向け、**高精度月面着陸の技術実証**を実施。

#### ○ 火星衛星探査計画(MMX)

2億円(26億円)[90億円]

火星衛星の由来や、原始太陽系の形成過程の解明に貢献するため、**火星衛星のリモート観測と火星衛星からのサンプルリターン**を実施。

#### ○ 有人と圧ローバ開発研究等の国際宇宙探査に向けた開発研究

2億円(7億円)[18億円]

**有人と圧ローバ等**、国際宇宙探査に向けて重要な技術の研究開発を実施。

#### ○ X線分光撮像衛星(XRISM)

65億円(40億円)[51億円]

**銀河団高温ガスを高い分解能でX線分光観測**する日米欧の国際協力ミッションを実施。

#### ○ はやぶさ2拡張ミッション

5億円(4億円)

2020年12月のカプセル分離後、**はやぶさ2の残存燃料を最大限活用し、新たな小惑星への到達**を目標とした惑星間飛行運用を継続。



## ◇次世代航空科学技術の研究開発

37億円(37億円)

航空機産業における世界シェア20%を産学官の連携により目指す。**脱炭素社会を早期実現する超低燃費航空機技術と航空機電動化技術、新たな市場を開拓する静粛超音速旅客機**に関する研究開発等を実施。





宇宙科学・探査は、人類の知的資産の創出、活動領域の拡大等の可能性を秘めており、宇宙先進国として我が国のプレゼンスの維持・拡大のための取組を実施。また、米国提案による国際宇宙探査(アルテミス計画)への参画に関する取組を進める。

### 【主なプロジェクト】

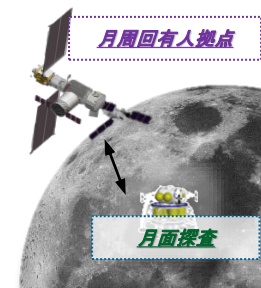
#### 【国際宇宙探査(アルテミス計画)に向けた研究開発等】

14,063百万円 (29,164百万円) [26,152百万円]

##### ○月周回有人拠点

1,470百万円 (4,200百万円) [2,731百万円]

深宇宙探査における人類の活動領域の拡大や新たな価値の創出に向け、まずは月面での持続的な活動の実現を目指して、米国が構想する月周回有人拠点「ゲートウェイ」に対し、我が国として優位性や波及効果が大きく見込まれる技術(有人滞在技術・バッテリー等)を開発し提供する。



##### ○新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)

8,520百万円 (16,683百万円) [10,605百万円]

宇宙ステーション補給機「こうのとり」(HTV)を改良し、宇宙ステーションへの輸送コストの大幅な削減を実現すると同時に、様々なミッションに応用可能な基盤技術の獲得など将来への波及性を持たせた新型宇宙ステーション補給機を開発。また、航法センサ及びドッキング機構システムの開発を通じて、深宇宙補給技術(ランデブ・ドッキング技術)の一つである自動ドッキング技術を獲得し、月周回有人拠点への補給を目指す。また、開発を通じて得られる遠隔操作、自動自律化技術は、地上におけるリモート化社会の実現への貢献が見込まれる。



新型宇宙ステーション補給機(HTV-X)

【初号機:2022年度打上げ予定】

##### ○小型月着陸実証機(SLIM)

1,198百万円 (1,901百万円) [979百万円]

従来の衛星・探査機設計とは一線を画す工夫・アイデアによる小型軽量化(推進薬タンクが主構体を兼ねる構造)や民間技術応用(デジカメの顔認識技術による月面クレータ分布検出)等により、小型探査機による高精度月面着陸の技術実証を行い、将来の宇宙探査に必須となる共通技術を獲得する。



小型月着陸実証機(SLIM)

【2022年度打上げ予定】

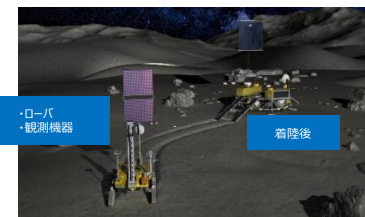
### 【主なプロジェクト】

#### ○月極域探査計画

1,740百万円 (2,440百万円) [1,012百万円]

月極域における水の存在量や資源としての利用可能性を判断するためのデータ取得及び重力天体表面探査技術の獲得を目指した月極域の探査ミッションをインド等との国際協力で行う。

【2023年度打上げ予定】



月極域探査のイメージ

#### ○宇宙探査オープンイノベーションの研究

623百万円 (623百万円)

産学官・国内外から意欲ある優秀な研究者・技術者を一堂に招集する「宇宙探査イノベーションハブ」を構築し、異分野研究者間の融合や、ユニークかつ斬新なアイデアの反映、宇宙探査と地上産業(社会実装)双方に有用な最先端技術シーズの掘り起こし・集約により、国際的優位性を持つハイインパクトな探査技術を獲得する。



遠隔施工システムの実現  
(宇宙探査イノベーションハブ研究の一例)

#### ○有人と圧ローバ開発研究等の国際宇宙探査に向けた開発研究

196百万円 (717百万円) [1,804百万円]

2020年代後半に運用開始予定の有人と圧ローバ実現に向けた開発研究等、深宇宙における人間の活動領域の拡大や新たな価値の創出に向け、月面での持続的な活動の実現を目指して、我が国として優位性や波及効果が大きく見込まれる技術(有人滞在技術、重力天体表面探査技術等)の研究開発を実施する。

#### ○火星衛星探査計画(MMX)

217百万円 (2,600百万円) [9,021百万円]

火星衛星の由来を解明するとともに、原始太陽系における「有機物・水の移動、天体への供給」過程の解明に貢献するため、日本独自・優位な小天体探査技術を活用し、火星衛星の周回軌道からのリモート観測と火星衛星からの試料サンプルの回収・分析を行う。2029年の世界初の火星圏往還を目指し、2024年打ち上げに向けて開発を進めている。

【2024年度打上げ予定】



MMX探査機(イメージ図)

#### ○国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」の運用等

11,354百万円 (11,234百万円)

国際宇宙探査技術の獲得・蓄積や、科学的知見の獲得、科学技術外交への貢献等に向けて「きぼう」の運用を行い、日本人宇宙飛行士の養成、宇宙環境を利用した実験の実施や産学官連携による成果の創出等を推進する。



日本実験棟「きぼう」

# 第25回宇宙開発戦略本部

- 2021年12月28日、岸田総理は、総理大臣官邸で第25回宇宙開発戦略本部を開催し、宇宙基本計画工程表（2021年度改訂）について議論。
- 総理は議論を踏まえ、次のように発言。  
「本日、宇宙基本計画工程表の改訂を決定いたしました。（中略）月において有人活動などを行うアルテミス計画を推進し、2020年代後半には、日本人宇宙飛行士の月面着陸の実現を図ってまいります。」



会議のまとめを行う岸田総理

## (3) 宇宙科学・探査による新たな知の創造

年度	令和2年度 (2020年度)	令和3年度 (2021年度)	令和4年度 (2022年度)	令和5年度 (2023年度)	令和6年度 (2024年度)	令和7年度 (2025年度)	令和8年度 (2026年度)	令和9年度 (2027年度)	令和10年度 (2028年度)	令和11年度 (2029年度)	令和12年度以降	
13 国際宇宙探査への参画とISSを含む地球低軌道活動	<b>米国提案の国際宇宙探査計画(アルテミス計画)への参画</b> [内閣府、文部科学省等]											
	ゲートウェイ居住棟への我が国が強みを有する技術・機器の提供						ゲートウェイの運用・利用					
	HTV-Xの開発			HTV-XによるISSへの物資輸送 機会を活用した技術実証			HTV-X、H3によるゲートウェイへの物資・燃料輸送					
	車輪や走行系等の要素技術の開発研究・技術実証											
	月面探査を支える移動手段(与圧ローバ)に関する開発研究											
	着陸地点の選定等に資する月面の 各種データや技術の共有											
	月極域探査機の開発 [文部科学省] 打上げ▲運用											
	【再掲】小型月着陸実証機(SLIM)の開発▲打上げ▲運用											
	月面での持続的な探査活動を見据えた産学官による先行的な研究開発等 [内閣府、文部科学省等] ・将来の月面活動のビジョンの共有											
	将来の月面活動に必須となる分野(建設、測位・通信、エネルギー、食糧など)における要素技術の開発研究											
	アルテミス計画の機会を最大限活用した 科学的成果の創出に向けた検討											
	広範な科学分野の参加を得た推進 [内閣府、文部科学省等]											
獲得技術の活用、技術実証の場の提供等												
<b>ISSを含む地球低軌道活動</b> [内閣府、文部科学省等]												
ISS・日本実験棟「きぼう」の運用・利用 [文部科学省]												
宇宙環境利用を通じた知の創造・技術実証の場の提供												
【再掲】HTV-Xの開発			HTV-Xの運用 ▲打上げ(2号機)									
2025年以降のISSを含む低軌道活動の検討			▲打上げ(1号機)			▲打上げ(3号機)						
2025年以降の低軌道活動に向けた必要な措置												
(参考)ISSを含む地球低軌道における経済活動等の促進 [文部科学省]												
国際宇宙探査を支える基盤の強化及び裾野の拡大 [文部科学省] ・大学・民間企業等と連携した要素技術の開発・高度化及び実証												
【再掲】火星衛星探査計画(MMX)開発 [文部科学省] ▲打上げ▲運用												
											地球帰還▲	

# 1 3. 国際宇宙探査への参画とISSを含む地球低軌道活動

## 2022年度以降の主な取組

### (アルテミス計画に係る取組)

- 米国提案の国際宇宙探査（アルテミス計画）による月面探査等について、日本の強みを活かし、民間企業等の積極的な参加を得ながら研究開発等を実施する。
- 2021年度に引き続き、国際宇宙探査への日本の参画方針を踏まえ、ゲートウェイ居住棟への我が国が強みを有する技術・機器の提供、現在開発中のHTV-Xによるゲートウェイへの補給、小型月着陸実証機（SLIM）及び月極域探査機による月面着陸探査を通じたデータ共有等に向けた取組を進めるとともに、月面での移動手段（有人と圧ローバ）の開発研究に着手するなど、月面活動に必須のシステムの構築に民間と協働して取り組む。また、米国人以外で初となることを目指し、2020年代後半を目途に日本人による月面着陸の実現を図る。
- アルテミス計画への参画を通じた月面等における日本人宇宙飛行士の活躍の機会を確保するとともに、新たな宇宙飛行士の選抜と訓練を進める。
- 地球低軌道向けの超小型衛星開発等で培われた大学等の技術の活用や、宇宙探査イノベーションハブ等の仕組みの活用により、非宇宙産業を含む民間企業等の参画を得つつ、月での持続的な探査活動に向けた先行的な研究開発や要素技術の開発・高度化及び実証を進める。そのために、民間企業等とも連携して、ゲートウェイ、月周回、月面での継続的な利用・実証機会の構築にも取り組む。
- アルテミス計画の目標とする火星の探査を見据え、宇宙科学における重要性を踏まえ、国際協力により取り組む火星本星の探査計画について検討を進める。
- 2029年度の人類初の火星圏からのサンプルリターン実現に向け、2024年度に火星衛星探査計画（MMX）の探査機を打ち上げるべく開発を進める。（再掲）
- 小型月着陸実証機（SLIM）について、2022年度の打上げを目指し引き続き開発を進める（再掲）。月極域探査機について、2023年度の打上げを目指して着実に開発を進める。
- 月面探査活動のための新たな法的枠組みについて、関係国との交渉を進める。
- 将来の月面活動に必須となる分野（建設、測位・通信、エネルギー、食糧など）における要素技術の開発研究を推進する。

### (国際宇宙ステーション(ISS)に係る取組)

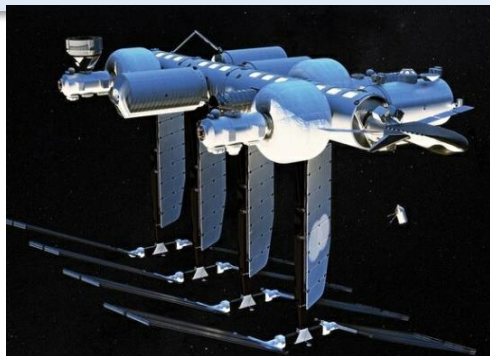
- 日本人宇宙飛行士によるISSでの活動や日本実験棟「きぼう」の運用・利用を着実に実施すると共に、宇宙環境利用を通じた知の創造、国際宇宙探査や将来の地球低軌道活動で必要となる技術の実証、民間事業者の参画等を進め、ISSの成果最大化を図る。
- ISS共通システム運用経費の我が国の分担を物資輸送により履行するため、2022年度以降の1号機、2号機、3号機の打上げに向けてHTV-Xの開発を継続する。
- ISSを含む地球低軌道における我が国の2025年以降の活動について、民間事業者の参画拡大に向けた方策やアルテミス計画におけるISSの活用等について引き続き検討を進め、その検討結果を踏まえ、技術実証等の必要な措置を講じるとともに、米国等の動向を踏まえ、2025年度以降のISS運用延長について検討を行う。

# 商用宇宙ステーション構想の動向

- 2021年7月、NASAは商用宇宙ステーションの開発に係るCommercial Low Earth Orbit Destinations (CLD)プログラムに関する提案を募集。
- 12月、CLDプログラムにおいて、NASAは米企業3社と宇宙ステーション及び商業宇宙飛行目的地の設計に関する契約を締結したと発表。本契約はISSから商業宇宙ステーションへの円滑な移行実現のための第1段階。
  - 第1段階(~2025年)：民間企業がNASAと協力し、商業宇宙ステーション機能の策定・設計を実施。
  - 第2段階(2026年~)：NASAが民間商業宇宙ステーションを認証し、サービス調達を開始して宇宙飛行士による利用を可能とする。
  - 2029年~2030年の2年間でNASAのISS利用をCLDに移行。

## CLDプログラム選出企業

米ブルー・オリジン社 (契約額\$130M)  
シエラスペース社、ボーイング社、レッドワイヤー社等と共同で、商用宇宙ステーション「Orbital Reef」を建設する。有人宇宙飛行活動をサポートする必須インフラを提供、2020年代後半の運用開始を目指す。



“Orbital Reef”  
Credit: Orbital Reef

米ナノラックス社 (契約額\$160M)  
ボイジャー・スペース社及びロッキード・マーチン社と共同で、商用宇宙ステーション「Starlab」を開発する。2027年までに打ち上げを目指しており、既存ISSと同等のキャパシティを保有、最大4名を継続的に受け入れ可能。



“Starlab”  
Credit: Nanoracks/Lockheed Martin/Voyager Space

米ノースロップ・グラマン社  
(契約額\$125.6M)  
Dynetics社等と共同で、モジュラー型商用宇宙ステーションを設計する。シグナス補給船などの実績ある要素を生かして科学・観光等に用途を広げていく。



Credits: Northrop Grumman

# (参考) 中国宇宙ステーション実験プロジェクト (第44回本小委員会宿題回答)

- 2018年5月、国連宇宙局 (UNOOSA) は、中国有人宇宙機関 (CMSA) 及び中国政府と協力し、中国宇宙ステーション (CSS) の利用に関する第1回「Announcement of Opportunity(AO)」を発表し、CSS上での科学実験を募集。
- 2019年6月、9つの実験プロジェクトが選ばれ、国連加盟国17カ国23機関が参加。研究分野は、宇宙生命科学、バイオテクノロジー、微小重力流体物理学、微小重力燃焼、天文学、宇宙技術等。

No.	実験プロジェクトテーマ	概要	実施機関
1	POLAR-2 : ガンマ線バースト偏光計測	・宇宙での天文学の実験。過去の中国の宇宙実験室Tiangong-2における調査を基に、弱いガンマ線バースト (GRB) を偏光計測し、その性質を把握。2024年にCSSに向けて打ち上げられ、少なくとも2年間データを取得予定。	スイス・ジュネーブ大学 ポーランド国立原子力研究センター ドイツ・マックスプランク地球外物理学研究所 中国科学院高エネルギー物理学研究所
2	星雲ガスの分光調査 (SING)	・宇宙での天文学の実験。銀河系内の星雲、近傍の銀河の星形成、コズミック・ウェブを対象とし、紫外ロングスリット分光器を使って空をマッピング。2023年打上げ予定。	インド・天体物理学研究所 ロシア科学アカデミー天文学研究所
3	微小重力下における部分的混合流体の挙動	・微小重力下の流体物理と燃焼の実験。微小重力下での温度変化による非混合液体の局所混合時の濃度拡散現象について、液滴の移動、蓄積、局所混合領域でのマランゴニ効果による熱拡散などを研究。	インド工科大学 (BHU) ベルギー・ブリュッセル自由大学 (ULB)
4	渦と音響波の影響を受けた火炎不安定性 (FIAVAW)	・微小重力下の流体物理と燃焼の実験。重力のない状態での端部火炎の不安定性や、外部流れの振動からの制御や影響の可能性を調査。航空機やロケットエンジンの燃焼に関連する対流中の火炎安定化の最も基本的な問題や、宇宙における火災安全の問題を研究。	中国・清華大学 日本・東京大学
5	宇宙の腫瘍	・宇宙生命科学とバイオテクノロジーの実験。重力と銀河宇宙放射線 (GCR) はそれぞれ、個体内の健康な組織と大腸がん組織に由来する3次元ヒトオルガノイドのDNAに、固有の突然変異の特徴を引き起こすという2つの仮説を検証。がんの予防と治療に新たな視点を提供する可能性がある。	ノルウェー科学技術大学 国際宇宙大学 オランダ・アムステルダム・ヴリエ大学 ベルギー原子力研究センター
6	微小重力が病原菌の成長とバイオフィーム生成に及ぼす影響	・宇宙生命科学とバイオテクノロジーの実験。地球上とCSSに搭載された細菌コロニーの、成長とバイオフィーム生成の違いを研究。重力の変化や減少した環境での病原菌の行動を理解することに貢献。	火星協会ペルー支部 火星協会スペイン支部
7	地球観測用中赤外線プラットフォーム	・宇宙における地球科学の実験。2台の赤外線 (MIR) カメラをCSSに設置して地球を観測し、地球の陸地と大気を監視。湿度の流れの情報把握や、大雨やハリケーンの予報の改善が可能となる。また、3Uのキューブサットに収まるMIR太陽宇宙望遠鏡の開発を目指す。	メキシコ・国立天体物理光学電子研究所 (INAOE) ベネズエラ自治大学ブエラ校 (BUAP)
8	宇宙用多接合GaAs太陽電池の開発	・宇宙利用技術の実験。高効率の太陽電池を設計・製造し、CSSの外側に太陽電池を曝露した後、太陽電池の特性の調査及び定量的な計測を実施。取得したデータが宇宙空間の影響を軽減するための再設計をサポートする。	サウジアラビア・国立ナノテクノロジー・先端材料センター キング・アブドゥルアジーズ・シティ・フォー・サイエンス・アンド・テクノロジー (KACST)
9	BARIDI SANA - 宇宙用高性能マイクロ2相冷却システム	・微小重力下の流体物理と燃焼の実験。通常の液体冷却ループを二相冷却システムに置き換えることで、宇宙用の次世代冷却システムの研究・試験を実施。新しいコンセプトとして冷却剤には有機物や毒性のないものを使用し、有人宇宙探査システムに貢献。また、システムの運用に必要な電力が少なく、地上利用での二酸化炭素排出量にも影響を与える。	イタリア・ローマ・サピエンツァ大学 イタリア・In Quattro s.r.l. ケニア・マチャコス大学